

MEDICIÓN DE LA EROSIÓN DE LA COSTA DEL RÍO PARANÁ PROVOCADA POR EL OLAJE DE UNA EMBARCACIÓN

Silvina Mangini, Héctor Prendes, José Huespe y Yasser Palay Esquivel

Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Universidad Nacional del Litoral, Ciudad Universitaria, 3000 Santa Fe, Argentina.
E-mail: silvinamangini@yahoo.com.ar, hectorhugoprende@gmail.com, jhuespe@fich.unl.edu.ar

Introducción

El objetivo de este trabajo fue medir la erosión de la costa del río Paraná, debido al oleaje provocado por el paso de una embarcación del tipo deportiva. Para tal fin, se eligió un lugar en la costa el cual se muestra en la Figura 1. Las tareas de campo consistieron en provocar el oleaje haciendo navegar la embarcación, de manera paralela y a una cierta distancia de la costa. Estos pasajes se repitieron durante un cierto tiempo. Se midió el oleaje producido que impactó en la costa, con un sensor de olas construido mediante un GPS Diferencial apoyado sobre un dispositivo flotante (Prendes, 2017, Mangini, 2016). Luego de estos episodios de oleaje que impactaron en la costa durante un cierto tiempo, se midió el retroceso de la misma producto de la erosión ocasionada por el oleaje. En este trabajo se presentan las tareas de campo y los resultados obtenidos, caracterizando el oleaje y relacionándolo con la erosión medida.



Figura 1.- Zona de la costa donde se realizaron las mediciones.

Metodología

Las tareas de campo llevadas a cabo se describen a continuación:

1- Se delimitó una línea paralela a la costa con estacas (vértices de una poligonal) y línea de unión. Las estacas se ubicaron a una distancia de 1.5 metros del borde de las costas, conformando una poligonal paralela a la costa antes de erosionada. Figura 2.



Figura 2.- Zona de la costa delimitada por poligonal de referencia (estacas).

2.- Se hizo navegar una embarcación de 7 metros de eslora, en forma paralela al tramo de costa elegido y a una distancia aproximada de 20 metros de la misma, con una velocidad de entre 15 y 20 km./ hora. La embarcación realizó numerosos recorridos de ida y vuelta durante un tiempo aproximado de una hora.



Figura 3.- Tareas de campo. Sensor de oleaje y embarcación.

3.- Se midió el oleaje provocado por el paso de la embarcación con un sensor de olas diseñado en la FICH (Prendes, 2017, Mangini, 2016) y ubicado próximo a la costa, como se muestra en la Figura 3 y 4. La embarcación circuló paralela a la costa durante una hora, y se registraron 55 trenes de olas que afectaron la costa del tramo de estudio.

4.- Una vez finalizada la navegación de la embarcación, se midió la distancia de la costa a cada estaca, a fin de determinar el espesor de margen erosionada en cada punto definido por la poligonal de referencia.

Resultados

Oleaje A modo de ejemplo, se presenta en la Figura 6, los trenes de olas 2 y 3 medidos con sensor de olas.

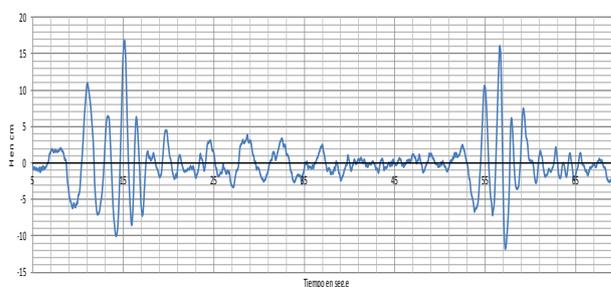


Figura 6.- Trenes de olas medición 2 y 3.

A modo de ejemplo, se presentan en la Tabla 1, las características del oleaje de dos registros (2 y 3).

Tabla 1.- Características del oleaje medido con sensor de olas.
Registro 2 y 3.

	Registro 2	Registro 3
Duración del tren de olas (s)	15.6	10.9
Hmax (m)	0.267	0.278
Período de Hmax (s)	1.9	1.3
H promedio del tren (m)	13.19	15.25
Período promedio (s)	2.09	1.865

Siendo H_{max} : Altura máxima de olas del tren; $Período de H_{max}$: período de la ola de máxima altura; $H_{promedio del tren}$: promedio de todas las alturas de olas que componen el tren; $Período promedio$: promedio de los períodos de las olas que componen el tren.

A modo de ejemplo, se presentan en la Tabla 2, los valores de Hmax y duración del oleaje para los 20 primeros registros de oleaje.

Tabla 2. - Duración de oleaje y Hmax para los 20 primeros registros de olas medidos con sensor.

Registros de oleaje	Duración oleaje (s)	H max. (m)
1	22	0.108
2	15.6	0.267
3	10.9	0.278
4	13.3	0.222
5	15.6	0.267
6	24	0.229
7	20	0.22
8	18	0.15
9	25	0.338
10	17.7	0.277
11	12.7	0.203
12	11.8	0.302
13	13.7	0.282
14	12.2	0.272
15	11	0.215
16	12.7	0.219
17	11.8	0.227
18	13.9	0.258
19	14.4	0.29
20	20.5	0.266

Las características promedio del oleaje total (55 registros) se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3.- Características promedio del oleaje total .

Duración promedio de los trenes de olas (s)	15,14
Hmax. promedio (m)	0.2464
H promedio oleaje total (m)	0.1257

El tiempo efectivo en que la costa del tramo en estudio estuvo sometido a los efectos del oleaje generado por la embarcación fue de 833, 16 segundos (13.88 minutos).

Medición de la erosión en la costa

Para obtener el volumen de arena erosionada en la costa afectada por el oleaje generado por el paso de la embarcación, se estimó la longitud erosionada en cada punto materializado por estaca y, considerando la altura de la costa respecto del pelo de agua, se pudo estimar el volumen de arena erosionada en todo el tramo de estudio, haciendo un cálculo aproximado por tramo entre estacas (longitud erosionada promedio entre estacas x distancia entre estacas x altura de la costa). La Tabla 5 muestra los cálculos realizados para tal fin y la Tabla 6 muestra un resumen de la erosión del tramo de costa en estudio, producida por el impacto del oleaje provocado por el paso de la embarcación

Tabla 4- Resumen cálculo erosión.

Estaca Nro	Dist. acum. estacas m	Dist. estacas-costa m	Dist. erosionada m	Vol. erosionado por tramo m ³
1	0	1.3	0.2	
2	3.27	1.5	0	0.327
3	5.24	1.4	0.1	0.0985
4	7.59	1.14	0.36	0.5405
5	10.25	1.2	0.3	0.8778
6	11.88	1.36	0.14	0.3586
7	13.88	1.3	0.2	0.34
8	16.1	1.3	0.2	0.444
9	17.54	1.04	0.15	0.4752
10	19.14	1.17	0.33	0.632
11	21	1.34	0.16	0.4557
12	22.44	1.22	0.28	0.3168
13	24.44	1.2	0.3	0.58
14	25.69	1	0.5	0.5
15	27.55	1.12	0.38	0.8624
16	29.46	1.02	0.48	0.7783
17	31.57	1.32	0.18	0.6936
18	32.94	1.26	0.24	0.2877
19	34.15	1.2	0.3	0.3267
20	35.19	1.31	0.19	0.2548
21	36.78	1.27	0.23	0.3339
22	38.83	1.23	0.27	0.5125
23	40.77	1.2	0.3	0.5529
24	42.7	1.4	0.1	0.386
25	44.6	1.27	0.23	0.3135
26	48.25	1.24	0.26	0.8943
27	49.76	1.28	0.22	0.3624
28	51.5	1.34	0.16	0.3306
29	53.79	1.07	0.43	0.675
30	56.41	1.3	0.2	0.8253
31	58.98	1.1	0.4	0.771
32	61.16	1.2	0.3	0.763
33	63.66	1.36	0.14	0.55
34	66.65	1.1	0.4	0.8073

Tabla 5.- Resumen de la erosión producida por el oleaje.

Espesor erosionado promedio en el tramo (m)	0.26
Erosión total medida en volumen (m ³)	17.23

Conclusiones

Los resultados muestran que, en un tiempo efectivo de casi 14 minutos de oleaje producido por el paso de una embarcación deportiva, circulando con una velocidad de entre 15 y 20 km/h y a una distancia aproximada de 20 metros de la costa, se produce una erosión considerable en la misma:

- En promedio, a lo largo de todo el tramo de costa estudiada, la erosión medida en términos de espesor de la costa resultó de 26cm.

- El volumen de arena erosionado resultó de 17.23 m³.

Los resultados obtenidos revelan la importancia que tiene en la degradación de la costa el pasaje de embarcaciones deportivas transitando a velocidades medias y cercanas a la costa.

Referencias

Mangini Silvina, Prendes Héctor, Huespe José y Palay Yasser. "Importancia del Oleaje Causado por la Navegación Comercial en las Hidrovías Argentinas". XXVII CONGRESO LATINOAMERICANO DE HIDRÁULICA. Lima, Perú, 28 al 30 de septiembre de 2016

Prendes H., Mangini S., Huespe J. y Palay Esquivel Y. Análisis del Oleaje Producido por la Navegación Fluvial en la Hidrovia Argentina". XXVI CONGRESO NACIONAL DEL AGUA. Córdoba 2017.